

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08327654 A**(43) Date of publication of application: **13.12.96**

(51) Int. Cl.

**G01P 15/09**  
**G03B 5/00**  
**H04N 5/225**

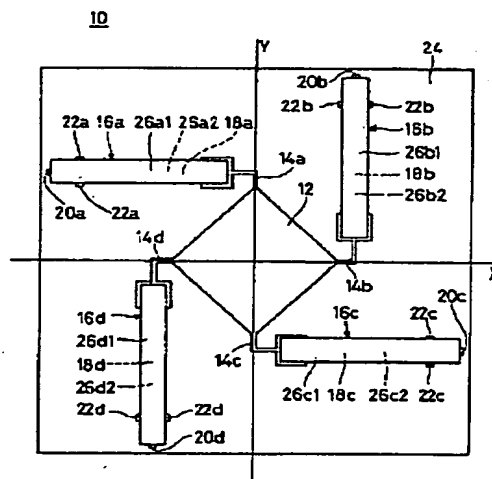
(21) Application number: **07155441**(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(22) Date of filing: **29.05.95**(72) Inventor: **MASUO TASUKU**(54) **ACCELERATION SENSOR**

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a highly sensitive acceleration sensor which can detect the acceleration in two directions rotating about two axes.

**CONSTITUTION:** The acceleration sensor 10 comprises a square planar weight 12. The weight 12 has four corners coupled, through four L-shaped coupling parts 14a-14d, with one ends of stripe oscillation plates 18a-18d of four oscillators 16a-16d. The supporting parts 20a-20d and 22a-22d, on the other side of the oscillation plates 18a-18d, are inserted into a board 24 and soldered to electrodes provided on the major surface of the board 24. The oscillation plates 18a-18d are bonded with eight piezoelectric elements 26a1, 26a2, 26b1, 26b2, 26c1, 26c2, 26d1, and 26d2.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-327654

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 P 15/09			G 0 1 P 15/09	
G 0 3 B 5/00			G 0 3 B 5/00	G
H 0 4 N 5/225			H 0 4 N 5/225	Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-155441

(22) 出願日 平成7年(1995)5月29日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 増 尾 翼

京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

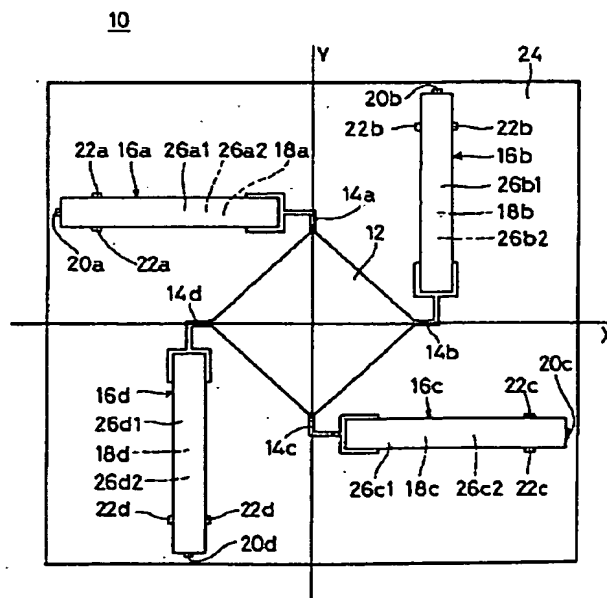
(74) 代理人 弁理士 岡田 全啓

(54) 【発明の名称】 加速度センサ

(57) 【要約】

【目的】 2軸を中心として回転する2方向の加速度を検出することができ、加速度を検出する感度がよい、加速度センサを提供する。

【構成】 加速度センサ10は正方形板状の重り12を含む。重り12の4つの角部には、L字形の4つの結合部14a~14dを介して、4つの振動子16a~16dの短冊状の振動板18a~18dの一端がそれぞれ結合される。振動板18a~18dの他端側の支持部20a~20dおよび22a~22dは、基板24に挿通され、基板24の主面の電極にはんだ付けされる。振動板18a~18dには、8個の圧電素子26a1, 26a2, 26b1, 26b2, 26c1, 26c2, 26d1, 26d2が接着される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 重りと、

第 1 軸上に設けられる第 1 の結合部と、  
前記第 1 の軸に直交する第 2 の軸上に設けられる第 2 の結合部と、

その一端が前記第 2 の結合部を介して前記重りに結合され、その他端が支持される第 1 の振動板と、  
その他端が前記第 1 の結合部を介して前記重りに結合され、その他端が支持される第 2 の振動板と、  
前記第 1 の振動板に形成される第 1 の圧電素子と、  
前記第 2 の振動板に形成される第 2 の圧電素子とを含む、加速度センサ。

【請求項 2】 前記第 1 の圧電素子に接続され、前記第 1 の軸を中心として回転する加速度に対応した信号を検出するための第 1 の検出手段と、  
前記第 2 の圧電素子に接続され、前記第 2 の軸を中心として回転する加速度に対応した信号を検出するための第 2 の検出手段とを含む、請求項 1 に記載の加速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は加速度センサに関し、特にたとえば、外的振動によって生じる加速度を検出し、適切な制振を行うビデオカメラの手ぶれ防止装置などの除振システムに応用できる加速度センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】加速度センサは種々の方式のものが実用化されているが、その中でも金属からなる振動板にセラミックからなる圧電素子が接着された振動子を有する振動型の加速度センサは、高感度で 0 Hz に近い低周波から加速度の測定が可能であるとともに構造が簡単であるなどの特徴を有しているため、広く使われている。

【0003】従来の振動型の加速度センサには、振動子が片持ち梁構造で振動子の先端に重りが付けられたものや振動子の両端が固定され振動子の中央に重りが付けられたものがある。これらの加速度センサでは、それに加速度が加わると、圧電素子を含む振動子が湾曲し、その加速度に対応した信号が振動子の圧電素子から得られる。そのため、圧電素子から得られた信号を測定することによって、加速度が検出される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の振動型の加速度センサでは、構造上、振動子が振動板の主面に直交する方向にしか湾曲しないので、1 方向の加速度しか検出することができない。

【0005】一方、たとえばビデオカメラの手ぶれ防止装置などにおいては、水平軸を中心として回転する加速度とそれに直交する垂直軸を中心として回転する加速度との 2 軸を中心として回転する 2 方向の加速度を検出する必要がある。

【0006】そのため、従来技術では、ビデオカメラの手ぶれ防止装置などにおいて、2 個の加速度センサを 2 方向に配置して使用する必要があり、配置空間の増大や部品点数の増大などの問題がある。

【0007】そこで、本願発明者は、2 軸を中心として回転する 2 方向の加速度を検出することができる、加速度センサを考え出した。この加速度センサは、4 隅が支持された 4 角形状の枠体の内側に重りが配置され、枠体を構成する 4 つの振動板に 4 つの圧電素子がそれぞれ接着されたものである。この加速度センサでは、対向する 2 つの振動板に接着された 2 つの圧電素子から得られる信号によって、1 軸を中心として回転する加速度が検出され、対向する他の 2 つの振動板に接着された 2 つの圧電素子から得られる信号によって、他の 1 軸を中心として回転する加速度が検出される。ところが、この加速度センサでは、振動板の両端が支持されているので、振動板および圧電素子が変形しにくく、圧電素子から得られる信号の電圧が小さく、加速度を検出する感度があまりよくない。

【0008】それゆえに、この発明の主たる目的は、2 軸を中心として回転する 2 方向の加速度を検出することができ、加速度を検出する感度がよい、加速度センサを提供することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、重りと、第 1 軸上に設けられる第 1 の結合部と、第 1 の軸に直交する第 2 の軸上に設けられる第 2 の結合部と、その一端が第 2 の結合部を介して重りに結合され、その他端が支持される第 1 の振動板と、その他端が第 1 の結合部を介して重りに結合され、その他端が支持される第 2 の振動板と、第 1 の振動板に形成される第 1 の圧電素子と、第 2 の振動板に形成される第 2 の圧電素子とを含む、加速度センサである。

【0010】なお、この発明にかかる加速度センサにおいて、第 1 の軸を中心として回転する加速度に対応した信号を検出するための第 1 の検出手段が第 1 の圧電素子に接続され、第 2 の軸を中心として回転する加速度に対応した信号を検出するための第 2 の検出手段が第 2 の圧電素子に接続されてもよい。

## 【0011】

【作用】この発明にかかる加速度センサに第 1 の軸を中心として回転する加速度が加わった場合、重りが第 1 の結合部を中心軸として回転する。そのため、第 1 の振動板が、第 1 の圧電素子とともに変形する。この場合、第 1 の振動板の他端のみが支持されているので、第 1 の振動板および第 1 の圧電素子は変形しやすい。したがって、第 1 の圧電素子には、第 1 の軸を中心として回転する加速度に対応した電圧の大きい信号が発生する。なお、第 1 の軸を中心として回転する加速度に対応した信号は、たとえば上述の第 1 の検出手段によって検出され

る。

【0012】また、この発明にかかる加速度センサに第2の軸を中心として回転する加速度が加わった場合、重りが第2の結合部を中心軸として回転する。そのため、第2の振動板が、第2の圧電素子とともに変形する。この場合、第2の振動板の他端のみが支持されているので、第2の振動板および第2の圧電素子は変形しやすい。したがって、第2の圧電素子には、第2の軸を中心として回転する加速度に対応した電圧の大きい信号が発生する。なお、第2の軸を中心として回転する加速度に対応した信号は、たとえば上述の第2の検出手段によって検出される。

【0013】

【発明の効果】この発明によれば、第1の軸および第2の軸を中心として回転する2方向の加速度を検出することができる、加速度センサが得られる。そのため、この発明にかかる加速度センサでは、2個の加速度センサを使用することなく、たとえばビデオカメラの手ぶれ防止装置などを構成することができる。

【0014】さらに、この発明によれば、第1の圧電素子および第2の圧電素子から得られる信号の電圧が大きいので、加速度を検出する感度がよい。

【0015】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0016】

【実施例】図1はこの発明の一実施例を示す正面図であり、図2は図1に示す実施例の要部を示す図解図であり、図3は図1に示す実施例に用いられる発振回路、第1の検出回路および第2の検出回路を示すブロック図である。加速度センサ10は重り12を含む。重り12は、たとえば対角線が5mm、厚さが0.2mmの正方形板状に形成される。

【0017】重り12の4つの角部には、たとえばL字形の4つの結合部14a~14dを介して、4つの振動子16a~16dの短冊状の振動板18a~18dの一端がそれぞれ結合される。この場合、第1の結合部として2つの結合部14bおよび14dは、重り12に結合される一端側部分が、重り12の中心を通る第1の軸

(水平軸X)上に配置される。また、第2の結合部として2つの結合部14aおよび14cは、重り12に結合される一端側部分が、重り12の中心を通り第1の軸

(水平軸)に直交する第2の軸(垂直軸Y)上に配置される。さらに、第1の振動板としての振動板18aおよび18cは、第2の軸(垂直軸)に直交するようにかつ互いに逆向きに配置され、第2の振動板としての振動板18bおよび18dは、第1の軸(水平軸)に直交するようにかつ互いに逆向きに配置される。すなわち、重り12、結合部14a~14dおよび振動板18a~18dは、 $\pi$ 形に形成される。なお、結合部14a~14d

は、それぞれ、たとえば長さ1mm、幅0.2mm、厚さ0.2mmに細長く形成される。また、振動板18a~18dは、それぞれ、たとえば、長さ10mm、幅2mm、厚さ0.2mmに形成される。

【0018】振動板18aの他端には、特に図2に示すように、支持部20aが振動板18aの主面に直交する方向に延びるように形成される。さらに、振動板18aの他端側の両側部には、2つの支持部22a、22aが振動板18aの主面に直交する方向に延びるように形成される。同様に、振動板18b~18dの他端および他端側の両側部には、3つの支持部20b~20dおよび6つ支持部22b、22b、22c、22c、22d、22dが、振動板18b~18dの主面に直交する方向に延びるように形成される。なお、これらの支持部20a~20dおよび22a~22dは、それぞれ、たとえば長さ4mm、幅0.5mm、厚さ0.2mmに形成される。これらの支持部20a~20dおよび22a~22dは、たとえばガラス-エポキシ系のプリント基板などの基板24に挿通され、基板24の主面の電極にはんだ付けされる。それによって、振動板18a~18dの他端側部分が基板24に取り付けられる。

【0019】なお、重り12、結合部14a~14d、振動板18a~18d、支持部20a~20dおよび22a~22dは、たとえば、Fe-Ni合金(42Ni)からなる厚さ0.2mmの板材をホトリソグラフィによるエッチングおよび曲げ加工によって一体的に形成される。このエッチングには、たとえば、ポリビニールアルコール系のレジストや塩化第2鉄からなるエッチング液が用いられる。

【0020】振動板18aの一方主面および他方主面には、特に図2に示すように、2つの圧電素子26a1および26a2が、たとえばエポキシ樹脂などの接着剤でそれぞれ接着される。同様に、振動板18bの一方主面および他方主面には2つの圧電素子26b1、26b2が接着され、振動板18cの一方主面および他方主面には2つの圧電素子26c1、26c2が接着され、振動板18dの一方主面および他方主面には2つの圧電素子26d1、26d2が接着される。なお、各圧電素子は、たとえば、チタン酸ジルコン酸鉛を主成分とするセラミックからなる圧電体層を含み、圧電体層の両面にたとえばAgを焼結して電極がそれぞれ形成され、長さ10mm、幅2mm、厚さ0.2mmに形成される。また、振動板18a~18dの一方主面に接着される圧電素子26a1、26b1、26c1、26d1の圧電体層は、外側から内側(振動板側)に向かって分極される。さらに、振動板18a~18dの他方主面に接着される圧電素子26a2、26b2、26c2、26d2の圧電体層は、外側(基板側)から内側(振動板側)に向かって分極される。

【0021】8個の圧電素子26a1、26a2、26

b 1, 2 6 b 2, 2 6 c 1, 2 6 c 2, 2 6 d 1, 2 6 d 2の外側の電極には、8個の抵抗2 8 a 1, 2 8 a 2, 2 8 b 1, 2 8 b 2, 2 8 c 1, 2 8 c 2, 2 8 d 1, 2 8 d 2の一端がそれぞれ接続される。8個の抵抗の他端と振動板1 8 a～1 8 d（8個の圧電素子の内側の電極）との間には、駆動手段としての発振回路3 0が接続される。発振回路3 0は、振動子1 6 a～1 6 dを振動するための駆動信号を発生するためのものであって、たとえば直列接続される増幅回路3 2と位相補正回路3 4とで構成される。増幅回路3 2は、8個の圧電素子の内側の電極から得られる信号を増幅するためのものである。また、位相補正回路3 4は、増幅回路3 2から得られる駆動信号の位相を補正し、その位相を補正した駆動信号を8個の圧電素子の外側の電極に与えるためのものである。

【0022】また、第1の圧電素子として用いられる圧電素子2 6 a 1および2 6 c 1の外側の電極には、第1の検出手段としての第1の検出回路4 0が接続される。第1の検出回路4 0は、第1の圧電素子から第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度に対応した信号を検出するためのものであって、たとえば第1の差動回路4 2および第1の同期検波回路4 4で構成される。第1の差動回路4 2の2つの入力端には、圧電素子2 6 a 1および2 6 c 1の外側の電極がそれぞれ接続される。第1の差動回路4 2の出力端は、第1の同期検波回路4 4の入力端に接続される。第1の同期検波回路4 4の別の入力端には、増幅回路3 2の出力端が接続される。第1の同期検波回路4 4は、第1の差動回路4 2から得られる信号を、発振回路3 0の増幅回路3 2から出力される駆動信号に同期して検波するためのものである。

【0023】さらに、第2の圧電素子として用いられる圧電素子2 6 b 1および2 6 d 1の外側の電極には、第2の検出手段としての第2の検出回路5 0が接続される。第2の検出回路5 0は、第2の圧電素子から第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度に対応した信号を検出するためのものであって、たとえば第2の差動回路5 2および第2の同期検波回路5 4で構成される。第2の差動回路5 2の2つの入力端には、圧電素子2 6 b 1および2 6 d 1の外側の電極がそれぞれ接続される。第2の差動回路5 2の出力端は、第2の同期検波回路5 4の入力端に接続される。第2の同期検波回路5 4の別の入力端には、増幅回路3 2の出力端が接続される。第2の同期検波回路5 4は、第2の差動回路5 2から得られる信号を、発振回路3 0の増幅回路3 2から出力される駆動信号に同期して検波するためのものである。

【0024】この実施例では、発振回路3 0の出力信号が、8個の抵抗2 8 a 1, 2 8 a 2, 2 8 b 1, 2 8 b 2, 2 8 c 1, 2 8 c 2, 2 8 d 1, 2 8 d 2を介し

て、8個の圧電素子2 6 a 1, 2 6 a 2, 2 6 b 1, 2 6 b 2, 2 6 c 1, 2 6 c 2, 2 6 d 1, 2 6 d 2の外側の電極に与えられる。そして、8個の圧電素子の内側の電極から得られる信号が、振動板1 8 a～1 8 dを介して発振回路3 0にフィードバックされる。それによって、振動子1 2は自励振駆動により振動する。この場合、8個の圧電素子2 6 a 1, 2 6 a 2, 2 6 b 1, 2 6 b 2, 2 6 c 1, 2 6 c 2, 2 6 d 1, 2 6 d 2が伸びている場合には、振動板1 8 a～1 8 dが伸び、重り1 2が右回りに少し回転する。逆に、8個の圧電素子2 6 a 1, 2 6 a 2, 2 6 b 1, 2 6 b 2, 2 6 c 1, 2 6 c 2, 2 6 d 1, 2 6 d 2が縮んでいる場合には、振動板1 8 a～1 8 dが縮み、重り1 2が左回りに少し回転する。このような振動によって、振動板1 8 a～1 8 dに慣性が与えられる。

【0025】また、この実施例では、第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度が加わった場合、重り1 2が2つの結合部1 4 bおよび1 4 dを中心軸として回転し、たとえば図4に示すように、振動板1 8 aの一端側部分および振動板1 8 cの一端側部分が外側および内側に互いに逆に変形する。そのため、圧電素子2 6 a 1および2 6 c 1が互いに逆に変形し、圧電素子2 6 a 1および2 6 c 1には、加速度の大きさに応じた互いに逆相の信号が発生する。

【0026】そして、この実施例では、第1の差動回路4 0によって圧電素子2 6 a 1および2 6 c 1に発生する信号の差が検出される。また、第1の差動回路4 0の出力信号は、第1の同期検波回路4 2によって、駆動信号に同期して検波される。そのため、第1の同期検波回路4 2からは、第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度に対応した信号が得られる。

【0027】なお、圧電素子2 6 a 1および2 6 c 1に与えられる駆動信号は同じであるため、駆動信号成分は第1の差動回路4 0で相殺される。したがって、駆動信号成分は、第1の差動回路4 0および第1の同期検波回路4 2から出力されない。

【0028】また、この実施例では、第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度が加わった場合、重り1 2が2つの結合部1 4 aおよび1 4 cを中心軸として回転し、たとえば図5に示すように、振動板1 8 bの一端側部分および振動板1 8 dの一端側部分が外側および内側に互いに逆に変形する。そのため、圧電素子2 6 b 1および2 6 d 1が互いに逆に変形し、圧電素子2 6 b 1および2 6 d 1には、加速度の大きさに応じた互いに逆相の信号が発生する。

【0029】そして、この実施例では、第2の差動回路5 0によって圧電素子2 6 b 1および2 6 d 1に発生する信号の差が検出される。また、第2の差動回路5 0の出力信号は、第2の同期検波回路5 2によって、駆動信号に同期して検波される。そのため、第2の同期検波回

路52からは、第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度に対応した信号が得られる。

【0030】なお、圧電素子26b1および26d1に与えられる駆動信号は同じであるため、駆動信号成分は第2の差動回路50で相殺される。したがって、駆動信号成分は、第2の差動回路50および第2の同期検波回路52から出力されない。

【0031】また、この実施例では、厚み方向（軸Zの方向）に加速度が加わった場合、たとえば図6に示すように、重り12が外側に突き出し、振動板18a~18dの各一端側部分が外側に同相に変形する。そのため、圧電素子26a1, 26b1, 26c1, 26d1が同相に変形し、圧電素子26a1, 26b1, 26c1, 26d1には、同相の信号が発生する。したがって、圧電素子26a1, 26b1, 26c1, 26d1に発生した信号は、第1の差動回路40および第2の差動回路50で相殺され、第1の差動回路40および第2の差動回路50から出力されない。

【0032】したがって、この実施例では、第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度と第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度との2軸を中心として回転する2方向の加速度を検出することができる。

【0033】また、この実施例では、振動子16a~16dの振動板18a~18dの他端のみが支持されているので、振動板の両端が支持されている加速度センサに比べて、振動板および圧電素子の変形しやすく、圧電素子から得られる信号の電圧が大きく、加速度を検出する感度がよい。

【0034】さらに、この実施例では、重り12、結合部14a~14dおよび振動板18a~18dが平板から形成されるため、全体の厚みが薄い。

【0035】また、この実施例では、重り12、結合部14a~14dおよび振動板18a~18dをエッチングによって高精度に形成できるため、量産性がよい。

【0036】図7は図1に示す実施例の変形例を示す正面図である。図7に示す実施例は、図1に示す実施例と比べて、特に、結合部14a~14dがそれぞれV字形に形成されるとともに、振動子16a~16dが重り12の4辺に沿ってそれぞれ支持される。

【0037】図7に示す実施例では、図1に示す実施例と同様に、第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度と第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度との2軸を中心として回転する2方向の加速度を検出することができる。

【0038】また、図7に示す実施例でも、図1に示す実施例と同様に、加速度を検出する感度がよく、全体の厚みが薄く、量産性がよい。

【0039】さらに、図7に示す実施例では、図1に示す実施例と比べて、振動子16a~16dが重り12の

4辺に沿って支持されるので小型になる。

【0040】なお、上述の各実施例では、重り12および振動板18a~18dなどの材料としてFe-Ni合金が用いられているが、恒弾性鋼やインバーなどの他の材料が用いられてもよい。

【0041】重り12は、その役割からたとえば振動板18a~18dなどの他の部材より厚く形成されてもよい。また、重り12は、正方形板状に限らず、菱形板状、長方形板状、円板状、ブロック状、球状などの他の形状に形成されてもよい。

【0042】結合部14a~14dは、それぞれ、L字形やV字形に限らず、I字形などの他の形状に形成されてもよい。

【0043】振動板18a~18dは、感度を考慮すれば薄く形成されるほうがよく、強度を考慮すれば厚く形成されるほうがよく、感度および強度の両者を考慮すればたとえば0.1mm~1mmの厚さに形成されるのが望ましい。また、振動板18a~18dは、縮退の影響を避けるなどの事情から、すべてが同じ長さに形成されることに限らず、たとえば2つの振動板18aおよび18cが他の2つの振動板18bおよび18dより長く形成されてもよい。さらに、振動板18a~18dは、第1の軸（水平軸X）の方向の加速度や第2の軸（垂直軸Y）の方向の加速度による影響を避けるために、その幅をその厚さより十分に広くすることが望ましい。

【0044】重り12、結合部14a~14dおよび振動板18a~18dは、円形などに限らず、十字形などの他の形状に形成されてもよい。なお、重り12、結合部14a~14dおよび振動板18a~18dが十字形に形成される場合に比べて、図1に示す実施例では、それらが円形に形成されるので、全体が小型になり、図7に示す実施例では、振動板18a~18dが重り12の4辺に沿って支持されるので、さらに小型になる。

【0045】振動板18a~18dを基板24に取り付けるためには、支持部20a~20dおよび22a~22dを用いる代わりに、たとえば合成樹脂やゴムなどの緩衝材が振動板18a~18dと基板24との間に介在され、振動板18a~18dと緩衝材と基板24とがたとえばねじ止め、はんだ接合、銀ろう付け、接着剤、両面接着性テープなどで接続されてもよい。

【0046】基板24としては、ガラス-エポキシ系のプリント基板以外に、アルミナなどからなるセラミック基板やガラス基板なども使用できる。

【0047】なお、基板24を他の部材に接合するためには、たとえば合成樹脂やゴムなどの緩衝材が基板24と他の部材との間に介在され、基板24と緩衝材と他の部材とがたとえばねじ止め、はんだ接合、銀ろう付け、接着剤、両面接着性テープなどで接合されてもよい。

【0048】また、上述の各実施例では振動板18a~18dが長さ振動するが、この発明では、振動板18a

～18dを他のモードで振動させてもよく、あるいは、発振回路およびそれに関連する抵抗や圧電素子を除去することによって振動板18a～18dを振動させなくてもよい。

【0049】さらに、圧電素子の圧電体層の分極方向は、駆動手段、第1の検出手段および第2の検出手段の位相に対応して変更されてもよい。たとえば、すべての圧電素子の圧電体層の分極方向が、上述の各実施例の逆にされてもよい。

【0050】また、第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度に対応した信号を得るためには、上述の各実施例では2つの圧電素子26a1および26c1に発生する信号の差が検出されているが、たとえば2つの圧電素子26a1および26c2に発生する信号の和が検出されてもよい。同様に、第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度に対応した信号を得るためには、上述の各実施例では2つの圧電素子26b1および26d1に発生する信号の差が検出されているが、たとえば2つの圧電素子26b1および26d2に発生する信号の和が検出されてもよい。

【0051】さらに、上述の各実施例では各振動板18a～18dに2つずつの圧電素子が形成されているが、各振動板18a～18dに1つずつの圧電素子が形成されてもよい。このように、振動板18a～18dに形成される圧電素子の数は、任意に変更されてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す正面図である。

【図2】図1に示す実施例の要部を示す図解図である。

【図3】図1に示す実施例に用いられる発振回路、第1の検出回路および第2の検出回路を示すブロック図である。

【図4】図1に示す実施例において、第1の軸（水平軸X）を中心として回転する加速度が加わったときの振動子の変形状態を示す図解図である。

【図5】図1に示す実施例において、第2の軸（垂直軸Y）を中心として回転する加速度が加わったときの振動子の変形状態を示す図解図である。

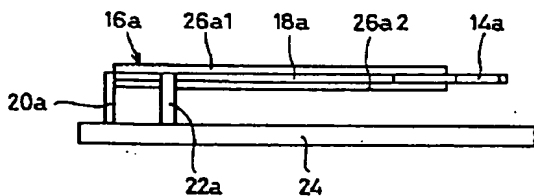
【図6】図1に示す実施例において、厚み方向（軸Zの方向）に加速度が加わったときの変形状態を示す図解図である。

【図7】図1に示す実施例の変形例を示す正面図である。

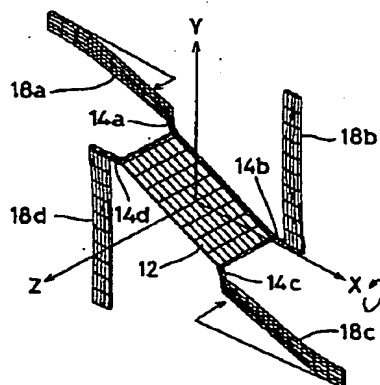
#### 【符号の説明】

- 10 加速度センサ
- 12 重り
- 14a～14d 結合部
- 16a～16d 振動子
- 18a～18d 振動板
- 20a～20d 支持部
- 22a～22d 支持部
- 24 基板
- 26a1, 26a2 圧電素子
- 26b1, 26b2 圧電素子
- 26c1, 26c2 圧電素子
- 26d1, 26d2 圧電素子
- 28a1, 28a2 抵抗
- 28b1, 28b2 抵抗
- 28c1, 28c2 抵抗
- 28d1, 28d2 抵抗
- 30 発振回路
- 32 増幅回路
- 34 位相補正回路
- 40 第1の検出回路
- 42 第1の差動回路
- 44 第1の同期検波回路
- 50 第2の検出回路
- 52 第2の差動回路
- 54 第2の同期検波回路

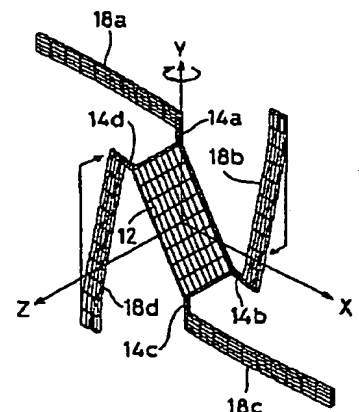
【図2】



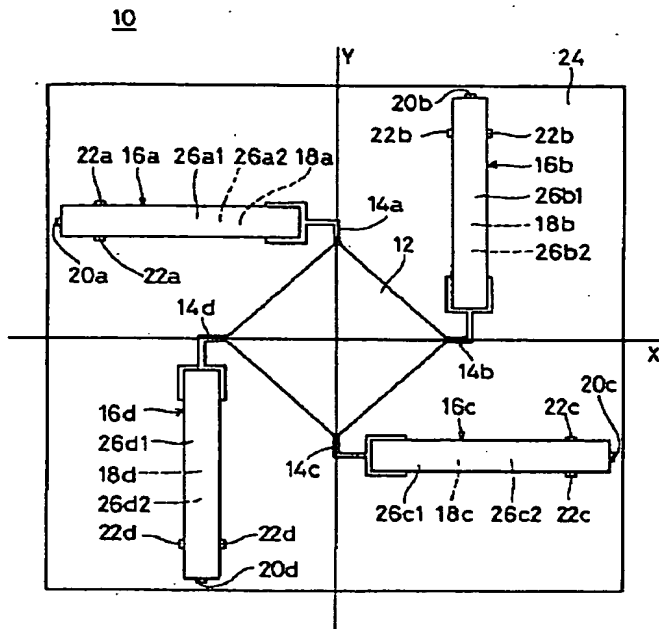
【図4】



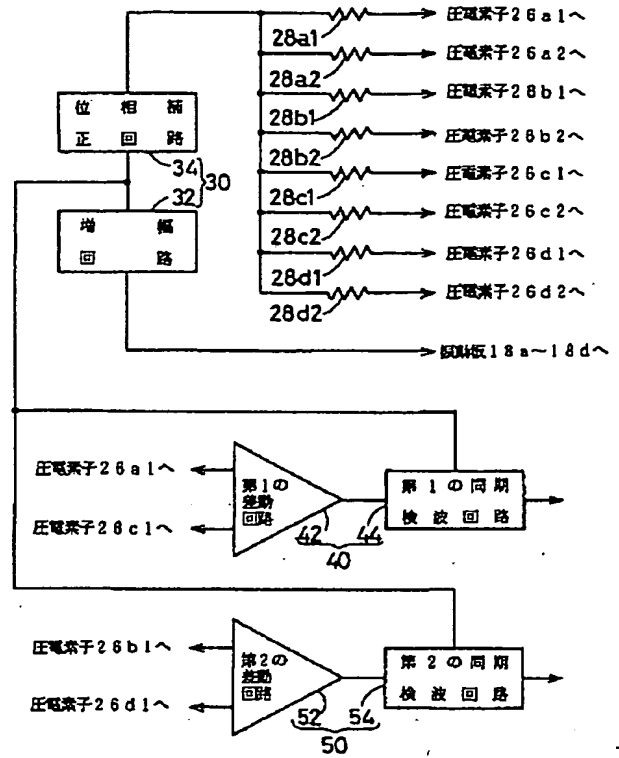
【図5】



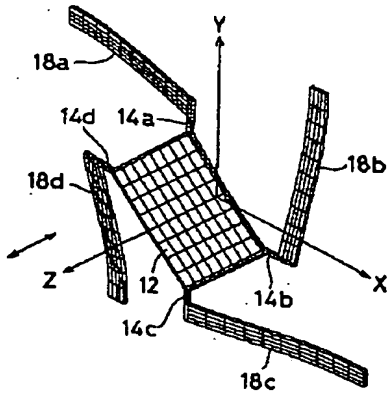
【図1】



【図3】



【図6】



【図7】

